

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-163590

(43)Date of publication of application : 10.06.1994

(51)Int.Cl.

H01L 21/336

H01L 29/784

H01L 21/20

H01L 21/263

H01L 21/324

(21)Application number : 04-336646

(71)Applicant : NISSIN ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 24.11.1992

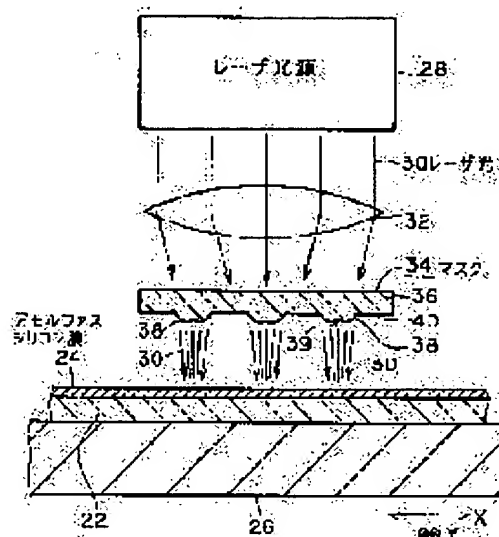
(72)Inventor : ASAGI NORIO  
HAYASHI TSUKASA

## (54) FORMATION OF SINGLE-CRYSTAL SILICON LAYER FOR THIN-FILM TRANSISTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a method for forming a single-crystal silicon layer which can form the single-crystal silicon layer only at a part where the thin-film transistor is formed on a glass substrate by improving the method for crystallizing amorphous silicon film.

CONSTITUTION: A glass substrate 22 where amorphous silicon film 24 for forming a thin-film transistor is provided on the surface is placed on a mobile stage 26 and laser beams 30 which are output from a laser light source 28 are applied to the amorphous silicon film 24 via a lens 32 and a mask 34. The mask 34 is provided with a recessed part 39 at a center part and a plurality of non-spherical surface lenses 38 and a light-shielding part 40 whose entire part is in projecting shape, thus forming a single-crystal of the amorphous silicon film 24 at a part where a thin-film transistor is formed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3180481

[Date of registration] 20.04.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-163590

(43)公開日 平成6年(1994)6月10日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/336				
29/784				
21/20		9171-4M		
21/263		8617-4M		
		9056-4M		
			H 0 1 L 29/ 78	3 1 1 Y
審査請求 未請求 請求項の数 1(全 5 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平4-336646

(22)出願日 平成4年(1992)11月24日

(71)出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72)発明者 浅儀 典生

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日

新電機株式会社内

(72)発明者 林 司

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日

新電機株式会社内

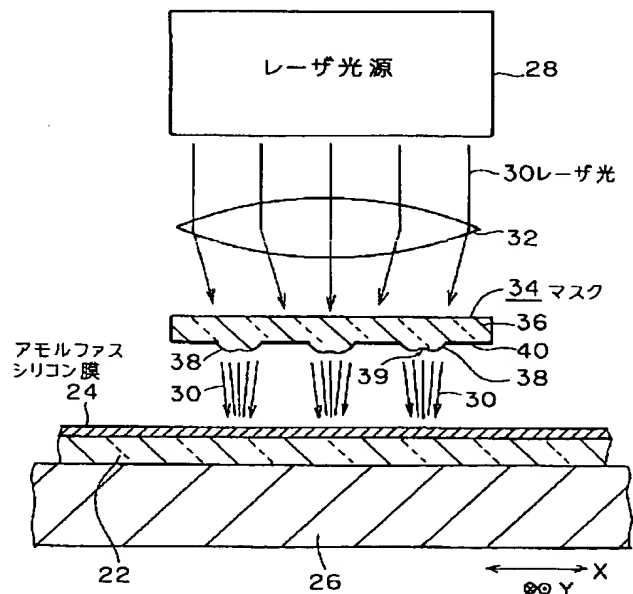
(74)代理人 弁理士 山本 恵二

(54)【発明の名称】 薄膜トランジスタ用単結晶シリコン層の形成方法

(57)【要約】

【目的】 アモルファスシリコン膜の結晶化方法を改善することによって、ガラス基板上の薄膜トランジスタを形成する部分だけに単結晶シリコン層を形成することができる単結晶シリコン層の形成方法を提供する。

【構成】 移動ステージ26上に、表面に薄膜トランジスタ形成用のアモルファスシリコン膜24が設けられたガラス基板22を載せておき、このアモルファスシリコン膜24に、レーザ光源28から出力されたレーザ光30を、レンズ32およびマスク34を介して照射する。マスク34は、中央部に凹部39を有し全体が凸状をした複数の非球面レンズ38と遮光部40とを有している。このようにして、薄膜トランジスタを形成する部分だけアモルファスシリコン膜24を単結晶化する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガラス基板上に設けられた薄膜トランジスタ形成用のアモルファスシリコン膜に、中央部に凹部を有し全体が凸状をした1以上の非球面レンズとこの非球面レンズ以外の部分にあってレーザ光を遮る遮光部とを有するマスクを介して、しかもマスクとアモルファスシリコン膜との水平方向の相対的な位置関係を変えながらレーザ光を照射し、それによって薄膜トランジスタを形成する部分だけアモルファスシリコン膜を単結晶化することを特徴とする薄膜トランジスタ用単結晶シリコン層の形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、アクティブマトリクス液晶ディスプレイ等の薄膜トランジスタ利用デバイスを構成する薄膜トランジスタ(TFT)用の単結晶シリコン層を形成する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 アクティブマトリクス液晶ディスプレイを構成する薄膜トランジスタには、アモルファスシリコン膜を能動層に用いたアモルファスシリコンTFTの他に、多結晶シリコン膜を能動層に用いた多結晶シリコンTFTがある。特に多結晶シリコンTFTは、電子の電界効果移動度が大きいという特徴を有しており、高性能の液晶ディスプレイ用として注目されている。

【0003】 このような多結晶シリコンTFTの断面構造の一例を図3に示す。ガラス基板2の上に多結晶シリコン膜4が形成されており、その上に絶縁膜6を介してこの例では二つのゲート電極8が形成されている。また、ゲート電極8の両側の多結晶シリコン膜4上には、ソース電極10およびドレイン電極12が形成されている。14は絶縁膜である。

【0004】 このような多結晶シリコンTFTを作製する方法としては、従来は、ガラス基板上の全面にアモルファスシリコン膜を形成し、その後加熱処理を施してアモルファスシリコン膜の全面を結晶化させて多結晶シリコン膜を得た上で、それにエッチングを施して上記のような多結晶シリコン膜4を形成する、という方法が採られている。

【0005】 ガラス基板全面のアモルファスシリコン膜を加熱すると、アモルファスシリコン相から無数の微小な結晶核が生成し、その結晶核が成長し、非結晶質から微細な多結晶質に相変化し、多結晶シリコン膜が得られる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上記のようにアモルファスシリコン膜の全面を単に加熱する方法では、シリコンの結晶粒子成長はランダムに起こり、粒子同士の粒界が薄膜トランジスタにおける電子の移動を妨げるので、電子の移動度がある程度(例えば50cm

$^2/Vs$ )以上大きい薄膜トランジスタを得ることができないという問題がある。

【0007】 多結晶シリコン膜の代わりに、単結晶シリコン層を用いれば、このような結晶粒界に起因する電子の移動度制限の問題は解決することができる。

【0008】 そこでこの発明は、アモルファスシリコン膜の結晶化方法を改善することによって、ガラス基板上の薄膜トランジスタを形成する部分だけに単結晶シリコン層を形成することができる単結晶シリコン層の形成方法を提供することを主たる目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、この発明の薄膜トランジスタ用単結晶シリコン層の形成方法は、ガラス基板上に設けられた薄膜トランジスタ形成用のアモルファスシリコン膜に、中央部に凹部を有し全体が凸状をした1以上の非球面レンズとこの非球面レンズ以外の部分にあってレーザ光を遮る遮光部とを有するマスクを介して、しかもマスクとアモルファスシリコン膜との水平方向の相対的な位置関係を変えながらレーザ光を照射し、それによって薄膜トランジスタを形成する部分だけアモルファスシリコン膜を単結晶化することを特徴とする。

## 【0010】

【作用】 上記方法によれば、アモルファスシリコン膜に照射するレーザ光のエネルギー密度を調整することにより、非球面レンズを通してレーザ光が照射された部分のアモルファスシリコン膜は、レーザ光の当たる部分全体が適度に熔融し、しかもレーザ光の当たる部分の外側領域の温度が高く中心領域の温度が低い温度分布にすることができる。その結果、レーザ光の当たる部分の中央部から徐々に結晶化し、ひいてはレーザ光の当たる部分の全体を単結晶化することができる。

【0011】 このようなアモルファスシリコン膜の部分的な単結晶化処理を、マスクとアモルファスシリコン膜との水平方向の相対的な位置関係を変えながら行うことによって、ガラス基板上のアモルファスシリコン膜を、薄膜トランジスタを形成する複数の部分だけについて単結晶化することができる。

## 【0012】

【実施例】 図1は、この発明に係る単結晶シリコン層の形成方法を実施する装置構成の一例を示す概略断面図である。図中の26は、ステップ等の移動ステージ26であり、これは直交するXY方向に所定ステップずつ移動する。この移動ステージ26の上方には、マスク34、レンズ32およびレーザ光源28が設けられている。

【0013】 レーザ光源28には、例えばエキシマレーザを用いるのが、光強度が大きくしかもビーム面積が大きいので好ましいが、これの他にダイレーザを使用しても良い。

【0014】 レーザ光源28から出力されたレーザ光3

## 3

0は、レンズ32によって、マスク34上の次に述べるような複数の非球面レンズ38の部分に向けて絞られる。

【0015】マスク34は、透明ガラス36の表面にこの例では複数の非球面レンズ38を設け、かつこの非球面レンズ38以外の部分にレーザ光30を遮る遮光部40を設けた構造をしている。各非球面レンズ38は、図2も参照して、中央部に丸い凹部39を有し全体が凸状をしている。

【0016】処理に際しては、上記移動ステージ26上に、表面に薄膜トランジスタ形成用のアモルファスシリコン膜24が設けられたガラス基板22を載せる。このガラス基板22上のアモルファスシリコン膜24は、薄膜トランジスタの能動層の大きさに予めエッチングで島状にパターニングしておいても良いし、以下に述べる単結晶化処理後にパターニングしても良い。

【0017】そして、このようなガラス基板22上のアモルファスシリコン膜24に、レーザ光源28から出力されたレーザ光30を、レンズ32およびマスク34を介して照射する。その際、薄膜トランジスタを形成する部分だけにレーザ光30が当たるように、マスク34とアモルファスシリコン膜24との間の距離を調整しておく。また、移動ステージ26をXY方向に所定ステップずつ移動させることによって、薄膜トランジスタを形成する多数の部分にレーザ光30を順次照射する。

【0018】これにより、アモルファスシリコン膜24にはマスク34の非球面レンズ38を通してのみレーザ光30が照射される。しかもこの非球面レンズ38は中央に凹部39を有するので、この非球面レンズ38を通してレーザ光30が照射された部分のアモルファスシリコン膜24は、図2に示すように、中心領域の温度が低く、その外側の環状領域の温度が高い温度分布になる。

【0019】上記のような処理方法において、レーザ光源28から出力するレーザ光30のエネルギー密度とレーザ光30が当たった部分のアモルファスシリコン膜24の結晶化状態の関係を調べたところ、表1に示すような結果が得られた。

【0020】

【表1】

## 4

レーザ光のエネルギー密度 ( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ )	シリコン膜の結晶化状態
50	非結晶
100	多結晶
150	単結晶
200	多結晶
250	蒸発

【0021】即ち、レーザ光30のエネルギー密度が $50\text{mJ}/\text{cm}^2$ の場合は、エネルギーが低過ぎるので、アモルファスシリコン膜24は熱的に安定であり、結晶の相変化は起こらなかった。

【0022】レーザ光30のエネルギー密度が $100\text{mJ}/\text{cm}^2$ の場合は、加熱の効果が働き、アモルファスシリコン膜24内に結晶核が生じ、結晶成長が起こったが、マスク34の非球面レンズ38の影響で、レーザ光30が当たった部分の外側領域のみが環状に多結晶化し、中心領域は非結晶相のままであった。

【0023】レーザ光30のエネルギー密度が $150\text{mJ}/\text{cm}^2$ の場合は、レーザ光30が当たった部分は全体が適度に熔融し、しかも外側領域が環状に温度が高く中心領域の温度が低い温度分布になる。その結果、レーザ光30の当たった部分の中心部から徐々に結晶化し、ひいてはレーザ光30の当たった部分の全体を単結晶化することができた。

【0024】レーザ光30のエネルギー密度が $200\text{mJ}/\text{cm}^2$ の場合は、温度が高過ぎて、冷却中にアモルファスシリコン膜24内に結晶核が無数に発生し成長して多結晶化した。

【0025】レーザ光30のエネルギー密度が $250\text{mJ}/\text{cm}^2$ の場合は、エネルギーが強過ぎて、レーザ光30が当たった部分のアモルファスシリコン膜24は蒸発してしまった。

【0026】このように、アモルファスシリコン膜24に照射するレーザ光30のエネルギー密度を適度に調整することにより、ガラス基板22上のアモルファスシリコン膜24を、薄膜トランジスタを形成する部分だけ単結晶化することができる。しかもこのような単結晶化処理を、アモルファスシリコン膜24の全面について行うのではなく、移動ステージ26によってガラス基板22を移動させることによって、薄膜トランジスタを形成する多数の個所についてのみ行うので、効率が非常に良い。

【0027】上記のようにして、単結晶化された部分を

5

用いて薄膜トランジスタを形成すれば、その能動層には電子の移動を妨げる結晶粒界が存在しないので、電子の移動度の大きい薄膜トランジスタを得ることができる。従って、電気的特性の良好なアクティブマトリクス液晶ディスプレイ等の薄膜トランジスタ利用デバイスを作製することができる。

【0028】なお、マスク34とアモルファスシリコン膜24との水平方向の相対的な位置関係を変えるには、上記例のようにガラス基板22側を移動させるのが簡単で良いが、勿論、レーザ光源28、レンズ32およびマ

スク34側を移動させても良い。

【0029】また、マスク34に設ける非球面レンズ38の数は任意であり、上記例のように複数個の方が処理効率が高いので好ましいが、勿論、1個でも良い。

【0030】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、ガラス基板上の薄膜トランジスタを形成する部分だけに単結晶シリコン層を効率良く形成することができる。従って、このようにして単結晶化された部分を用いて薄膜トランジスタを形成すれば、その能動層には電子の移動を妨げる結晶粒界が存在しないので、電子の移動度の大きい薄

6

膜トランジスタを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係る単結晶シリコン層の形成方法を実施する装置構成の一例を示す概略断面図である。

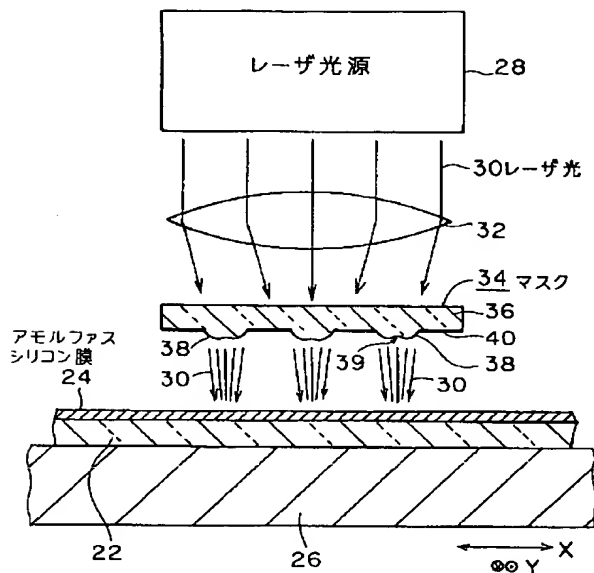
【図2】図1中のアモルファスシリコン膜における薄膜トランジスタを形成する部分の温度分布の一例を示す図である。

【図3】多結晶シリコンTFTの断面構造の一例を示す概略断面図である。

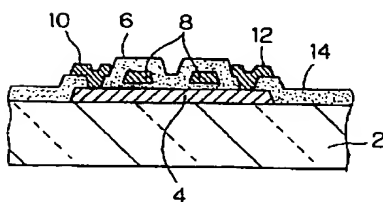
【符号の説明】

- 22 ガラス基板
- 24 アモルファスシリコン膜
- 26 移動ステージ
- 28 レーザ光源
- 30 レーザ光
- 32 レンズ
- 34 マスク
- 38 非球面レンズ
- 39 凹部
- 40 遮光部

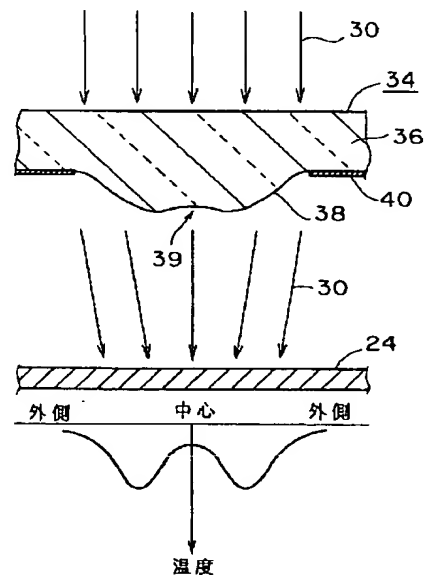
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 21/324

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

D 8617-4M